

2612
R
11/24
5-2301

35.C14851

PATENT APPLICATION



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Re Application of:

TORU KOIZUMI

Application No.: 09/678,296

Filed: October 3, 2000

For: SOLID IMAGE PICKUP DEVICE,
IMAGE PICKUP SYSTEM AND
METHOD OF DRIVING SOLID
IMAGE PICKUP DEVICE

)
: Examiner: Not Yet Assigned

)
: Group Art Unit: 2612

)
:

)
:

)
:

)
: March 19, 2001

RECEIVED
MAR 22 2001
Technology Center 2600

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicant hereby claims priority under the
International Convention and all rights to which he is
entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following
Japanese Priority Application:

11-284464 filed October 5, 1999.

A certified copy of the priority document is
enclosed.

Applicant's undersigned attorney may be reached in
our New York office by telephone at (212) 218-2100. All



日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

RECEIVED

MAR 22 2001

Technology Center

08/678,296

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年10月 5日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第284464号

出願人

Applicant (s):

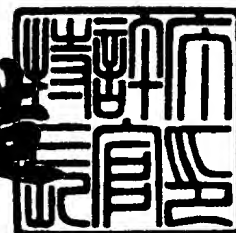
キヤノン株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年10月27日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3089061

【書類名】 特許願

【整理番号】 4032064

【提出日】 平成11年10月 5日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 5/335

【発明の名称】 固体撮像装置、撮像システム及び固体撮像装置の駆動方法

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 小泉 徹

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100065385

【弁理士】

【氏名又は名称】 山下 穰平

【電話番号】 03-3431-1831

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010700

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703871

特平 1 1 - 2 8 4 4 6 4

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像装置、撮像システム及び固体撮像装置の駆動方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光電変換部と、該光電変換部からの電荷を電圧信号に変換する電荷電圧変換部と、該電圧信号を信号増幅する信号増幅手段と、該光電変換部から該電荷電圧変換部に光電荷を転送する電荷転送手段と、該電荷電圧変換部に任意の電圧を入力する手段と、を有する固体撮像装置において、

前記光電変換部に光信号を蓄積する蓄積期間中に蓄積された光電荷を前記信号増幅手段を介して読み出す読み出し動作を少なくとも 2 回以上行うことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の固体撮像装置において、前記信号増幅手段から読み出された信号を加算する手段を有することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 に記載の固体撮像装置において、前記光電変換部は埋め込み型のホトダイオードであることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 4】 受光素子と、該受光素子から信号を出力する出力手段とを同一画素内に有するとともに、

同一画素の前記受光素子の同一蓄積時間の情報を分割して前記出力手段により読み出す読み出し手段と、を有することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 5】 受光素子と、該受光素子から信号を出力する出力手段とを同一画素内に有するとともに、

同一画素の前記受光素子の同一蓄積時間の情報を複数回にわたり前記出力手段により読み出す読み出し手段と、読み出された読み出し信号を加算する手段と、を有することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 6】 請求項 3 に記載の固体撮像装置において、前記埋め込み型のホトダイオード内が空乏化するまで読み出し動作を繰り返すことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 7】 光電変換部に光信号を蓄積する蓄積動作と、
前記光電変換部からの電荷を電荷転送手段を介して、電圧信号に変換する電荷

電圧変換部に転送し、該電荷変換部から該電圧信号を信号増幅して出力する第 1 の読み出し動作と、

前記電荷電圧変換部を所定の電位にリセットし、前記光電変換部に残留する電荷を前記電荷転送手段を介して前記電荷電圧変換部に転送し、転送された残留電荷による電圧信号を信号増幅して出力する少なくとも 1 回の第 2 の読み出し動作と、

を有する固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の固体撮像装置の駆動方法において、

前記第 1 の読み出し動作により読み出された電圧信号と前記第 2 の読み出し動作により読み出された電圧信号とを加算することを特徴とする固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 9】 請求項 1 ～ 6 のいずれかの請求項に記載の固体撮像装置と、該固体撮像装置へ光を結像する光学系と、該固体撮像装置からの出力信号を処理する信号処理回路とを有することを特徴とする撮像システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は固体撮像装置、撮像システム及び固体撮像装置の駆動方法に係わり、特に光電変換部と、該光電変換部からの電荷を電圧信号に変換する電荷電圧変換部と、該電圧信号を信号増幅する信号増幅手段と、該光電変換部から該電荷電圧変換部に光電荷を転送する電荷転送手段と、該電荷電圧変換部に任意の電圧を入力する手段と、を有する固体撮像装置、撮像システム及び固体撮像装置の駆動方法に好適に用いられるものである。

【0002】

【従来の技術】

固体撮像装置の代表的なものには、ホトダイオードおよび CCD シフトレジスタからなるものとホトダイオードおよび MOS トランジスタからなる APS (Active Pixel Sensor) と呼ばれるものがある。

【0003】

A P S は、1 画素毎にホトダイオード、M O S スイッチ、ホトダイオードからの信号を増幅するための増幅回路などを含み、「X Y アドレッシング」や「センサと信号処理回路の 1 チップ化」などが可能といった多くのメリットを有している。近年、M O S トランジスタの微細化技術の向上と「センサと信号処理回路の 1 チップ化」や「低消費電力化」などの要求の高まりから、注目を集めている。

【0 0 0 4】

図 1 0 に従来の A S P の画素部およびそれを用いた固体撮像装置の等価回路図を示す。これらは、Eric.R.Fossum 氏らによって 1 9 9 5 年 I E E E のワークショップで報告されている。従来技術の構成を、以下簡単に説明する。

【0 0 0 5】

光電変換部は、C C D 等で用いられている埋め込み型のホトダイオード (P P D) である。埋め込み型のホトダイオードは、表面に濃い p 層を設けることで、S i O₂ 面で発生する暗電流を抑制し、また、蓄積部の n 層と表面の p 層との間にも接合容量を設けることができ、ホトダイオードの飽和電荷量を増やすことができる。

【0 0 0 6】

光電変換部で蓄積した光信号電荷を M O S トランジスタからなる電荷転送手段 (T X) を介し浮遊拡散領域 (F D) に読み出す。

【0 0 0 7】

この浮遊拡散領域の容量 C F D により信号電荷 Q s i g を $Q s i g / C F D$ に電圧変換し、ソースフォロワ回路を通して信号を読み出す。

【0 0 0 8】

埋め込み型のホトダイオードの n 層に逆バイアスを印加すると、そのバイアスに応じて表面の濃い p 層と基板の P W L の各接合から空乏層は延びる。この時、ホトダイオード内の電子数は、両空乏層に挟まれた中性領域の電子数にほぼ等しく、空乏層幅に比例して減少する。逆バイアス = 0 v o l t の時の前述の中性領域の電子数が飽和電荷量に相当する。逆バイアスにより、両空乏層が延び、両空乏層が接続すると、ホトダイオード内は空乏化する。この時の逆バイアスを以下、空乏化電圧と称する。更に逆バイアスを印加するとホトダイオード内の電子濃度は

、逆バイアスに対し指数関数的に減少する。上記センサにおいて、読み出した際に、ホトダイオード内が、空乏化すれば、光によって発生した電荷はほぼ完全に浮遊拡散領域に転送されるとともに、ホトダイオード内の電子のリセットが達成される。以下、このような電荷転送を空乏転送と称する。

【0009】

図11は、ホトダイオードの飽和電荷量 Q_{sat} と、飽和電荷を読み出した際の拡散浮遊領域の電圧値 V_{Fdsat} （図中①、②）と飽和電荷量 Q_{sat} に対する空乏化電圧（③）を示した図である。 V_{Fdsat} は以下の式で与えられる。

【0010】

$$V_{Fdsat} = V_{res} - Q_{sat} / C_{FD}$$

V_{res} は、拡散浮遊領域のリセット電圧を示す。

【0011】

一般的にホトダイオードの飽和電荷は、ある値以上は必要であり、その下限の値が図11中のAで示す値である。また、前述の空乏転送を達成するためには、

$$V_{Fdsat} \geq \text{空乏化電圧、好ましくは } V_{Fdsat} > \text{空乏化電圧}$$

を達成することが求められ、この関係を満たす空乏化電圧の上限の値が図11中のBで示す値である。

【0012】

$V_{Fdsat} < \text{空乏化電圧}$ の場合、ホトダイオードの逆バイアス= V_{FD} となり、ホトダイオード内には中性領域が存在し、前述の両空乏層からなる容量と浮遊拡散領域の容量との容量分割で読み出されることになる。それとともに、読み出し後でも、ホトダイオード内には、飽和電荷量 Q_{sat} に近い量の電子が存在し、残像およびノイズの原因になる。

【0013】

故に、ホトダイオードの飽和電荷量 Q_{sat} は、 $A < Q_{sat} < B$ の区間Cを満たすことが求められる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、飽和電荷量 Q_{sat} もしくは空乏化電圧は、製造工程のバラツキ

の影響を受けやすいという問題がある。例えば、ホトダイオードの n 層を形成する際のインプラ（イオン打ち込み）のドーズ量が 10%ズレただけで、空乏化電圧が 0.4 volt も変化する場合がある。

【0015】

この結果、製造歩留まりが低くなってしまう。これらの問題を回避する方法の一つとして、拡散浮遊領域のリセット電圧 V_{res} の電圧を上げ、図 11 中②の直線のようにすることで、飽和電荷量 Q_{sat} のマージンを区間 A-E まで広げることができる。従って APS においては、信号／ノイズ比を確保するためには電源電圧をある程度確保する必要がある。この点が APS の低電圧化の大きな問題点となっている。

【0016】

電源電圧は、消費電力の上昇に寄与することは勿論のこと、低電圧化のすすむロジック回路の電源電圧とは別にセンサチップ用に別の電源を用意する必要があるなど、その他のチップ性能を落とすことを余儀なくされる。

【0017】

【課題を解決するための手段】

本発明の第 1 の固体撮像装置は、光電変換部と、該光電変換部からの電荷を電圧信号に変換する電荷電圧変換部と、該電圧信号を信号増幅する信号増幅手段と、該光電変換部から該電荷電圧変換部に光電荷を転送する電荷転送手段と、該電荷電圧変換部に任意の電圧を入力する手段と、を有する固体撮像装置において、

前記光電変換部に光信号を蓄積する蓄積期間中に蓄積された光電荷を前記信号増幅手段を介して読み出す読み出し動作を少なくとも 2 回以上行うことを特徴とする。

【0018】

本発明の第 2 の固体撮像装置は、受光素子と、該受光素子から信号を出力する出力手段とを同一画素内に有するとともに、

同一画素の前記受光素子の同一蓄積時間の情報を分割して前記出力手段により読み出す読み出し手段と、を有することを特徴とする。

【0019】

本発明の第 3 の固体撮像装置は、受光素子と、該受光素子から信号を出力する出力手段とを同一画素内に有するとともに、

同一画素の前記受光素子の同一蓄積時間の情報を複数回にわたり前記出力手段により読み出す読み出し手段と、読み出された読み出し信号を加算する手段と、を有することを特徴とする。

【0020】

本発明の固体撮像装置の駆動方法は、光電変換部に光信号を蓄積する蓄積動作と、

前記光電変換部からの電荷を電荷転送手段を介して、電圧信号に変換する電荷電圧変換部に転送し、該電荷変換部から該電圧信号を信号増幅して出力する第 1 の読み出し動作と、

前記電荷電圧変換部を所定の電位にリセットし、前記光電変換部に残留する電荷を前記電荷転送手段を介して前記電荷電圧変換部に転送し、転送された残留電荷による電圧信号を信号増幅して出力する、少なくとも 1 回の第 2 の読み出し動作と、

を有するものである。

【0021】

本発明の撮像システムは、上記本発明の固体撮像装置と、該固体撮像装置へ光を結像する光学系と、該固体撮像装置からの出力信号を処理する信号処理回路とを有することを特徴とするものである。

【0022】

本発明によれば、読み出し動作を 2 回以上行うことで光電変換部に残留する光電荷を読み出すことができ、さらに読み出された信号を加算することにより、広いダイナミックレンジの光信号を得ることができる。

【0023】

【発明の実施の形態】

図 1 および図 2 を用いて本発明の原理について詳細に説明する。

【0024】

図 1 は、本発明の原理を説明するためのホトダイオード、転送スイッチ、リセ

ットスイッチを含む断面図（図 1（a））及びポテンシャル図（図 1（b）～（e））である。図 1（a）において、101はPWL（Pウエル）、102は電荷転送手段となる転送スイッチのゲート、103は電荷電圧変換部となる浮遊拡散領域、104は光電変換部となるホトダイオードの表面p領域、105はホトダイオードのn領域、106は酸化膜、107は所定のリセット電位とされるリセット領域、108は浮遊拡散領域103を所定の電位にリセットするリセットスイッチのゲートである。n領域105と浮遊拡散領域103の一部は転送スイッチのソース、ドレイン領域となる。浮遊拡散領域103とリセット領域107の一部はリセットスイッチのソース、ドレイン領域となる。浮遊拡散領域103は不図示の信号増幅手段となる増幅用トランジスタのゲートに接続され、信号増幅手段の入力部となる。

【0025】

図2は、本発明の原理を説明するための駆動方法を示す駆動タイミング図である。

【0026】

なお、図2中の「リセット」という表現は、一つのリセットするためのMOSトランジスタへの駆動パルスに限定されるものではなく、リセット手段全般をさし、パルスがON状態にあることは、そのリセット動作を行っていることを指し示している。また、「読み出し」およびそのパルスについても同様であり、「読み出し」は読み出し動作全般をさし、パルスがON状態にあることは、その読み出し動作を行っていることを指し示している。

【0027】

前述の様に、図11の直線①、③よりホトダイオードの飽和電荷量 Q_{sat} がB-F間の値を取った場合、ホトダイオードに飽和電荷量相当の電荷が蓄積した状態で転送スイッチを開く（図2のT1期間に転送ゲート102をHレベルとする）と、 $V_{FDsat} < \text{空乏化電圧}$ のため、転送動作によってもホトダイオード内には、多くの電荷が存在している。その様子を示しているのが図1（b）である。なお、図2のT0期間にリセット後のノイズ読み出しを行う。後述するT3期間で読み出しを行う信号からこのノイズを除去することでリセットノイズが除去された

信号を得ることができる。

【0028】

次に、従来の技術では、この状態で転送スイッチを閉じ（図2のT2期間に転送ゲート102をLレベルとする）、ホトダイオードでは次の信号電荷の蓄積に入り、再び信号電荷を読み出すため、次の蓄積に前回読み出しきれなかった電荷が混ざり、残像という問題が生じる。この問題を解決するために、空乏化電圧を下げると、取り扱い電荷量が低下し、センサとしての性能を落としてしまっていた。また、取り扱い電荷量を確保するために、やむを得ず電源電圧を高くしてしまっていた。この結果センサ部に微細なMOSトランジスタを使用することができず、APSセンサの微細化が進まない原因の一つでもあった。

【0029】

本発明においては、1回目の信号読み出し（図2のT3期間は信号読み出し期間）が終了したあと、図1（d）のようにリセットスイッチにより信号増幅手段の入力となる浮遊拡散領域103を一旦リセットした後（図2のT4期間はリセット期間であり、リセットゲート108をHレベルとする）、ノイズ読み出しを行い（図2のT5期間）、転送スイッチを開いて信号転送を行い（図2のT6期間に転送ゲート102をHレベルとする）、図1（e）の様に再度読み出す動作を行い（図2のT7期間）、1回目の信号読み出しで読み出せなかった分をさらに読み出す。この後、ホトダイオード部のリセットを行えば、残像はなくなり、従来1回分の読み出し信号しか得られなかったのに対し、本発明によれば2回分の信号情報を得られる。

【0030】

また、必要であれば、更に信号増幅手段の入力部となる浮遊拡散領域103を一旦リセットした後に3回目の読み出す動作を行ってもよい。勿論、4回以上の読み出し動作を行っても良い。

【0031】

さらに、ホトダイオード内の電荷が充分読み出せる回数だけ、前述の読み出し動作を繰り返し行えば、残像もなくホトダイオードが取り扱える最大電荷を読み出すことが可能である。

【0032】

また、本発明において、前述の信号増幅手段からの信号を加算すること、たとえば、前述のように、3回の読み出し動作を行って得られた信号増幅手段からの3回分の出力を加算することで、より多くの光電荷信号の情報を読み出すことができる。

【0033】

従来センサからの出力信号を加算するという考え方は有ったものの、そのような技術は、カメラの測光センサなどに代表されるよう蓄積時間の異なる出力を加算するものであった。また、同一の蓄積時間の信号を加算する技術としては、色処理などに代表されるように、他画素の信号を加算する技術であった。したがって、本発明のように同一画素の同一の蓄積時間の信号を加算するものではない。

【0034】

加算する手段は、幾つかあり、例えば、信号増幅手段からの出力をデジタル変換した後、デジタル的に加算することができる。また各回数出力に重み付けをして加算してもよく、重み付け加算することで光量の範囲に応じ感度やガンマを変えることができる。また、デジタル変換前にアナログ的に加算しても良い。

【0035】

特にホトダイオードが埋め込み型ホトダイオードであった場合は、各読み出し動作毎には、リセットノイズなどのノイズが重畳されないため、加算した情報は、電源電圧を高くし1回の読み出しで読み出した情報と何ら遜色のないものである。

【0036】

この点について、以下さらに詳細に述べる。

【0037】

前述のようにホトダイオード内の電荷が充分読み出せる回数だけ、前述の読み出し動作を繰り返し行い、その信号を加算する。ここで重要なのは、仮に各読み出し時に読み出される電荷がばらついたとしても埋め込みホトダイオードを用いた場合、最終的には全電荷を読み出すため、加算すれば全電荷量になるため、読み出しを分割することによるノイズは乗らないところである。具体的な例で説明

すると、蓄積の結果、電荷が 1 0 0 個蓄積され、各回の読み出しが、1 回目で 5 0 個の電荷、2 回目で 4 0 個の電荷が読み出された場合、埋め込みホトダイオード内には 1 0 個の電荷しか残っていないため 3 回目は 1 0 個となる。従って、加算した結果は、1 0 0 個となる。原理的には各回での読み出し電荷の数は揺らぎ、1 回目が 4 8 個の電荷、2 回目が 3 8 個の電荷が読み出される場合もあるが、この場合は埋め込みホトダイオード内には、1 4 個の電荷しか残っていないため、3 回目は 1 4 個となり、加算した結果は、1 0 0 個となる。

【0 0 3 8】

この結果、ホトダイオードは所望の飽和電荷量 Q_{sat} を転送できる条件、 $V_{res} > \text{空乏化電圧}$ を満たせばよいことになり、従来技術と比較して、一層の低電圧化が可能である。

【0 0 3 9】

以上述べた通り、本発明によれば、読み出し動作を 2 回以上行うことで光電変換部に残留する光電荷を読み出すことができ、さらに読み出された信号を加算することにより、広いダイナミックレンジの光信号を得ることができる。

【0 0 4 0】

当然のことながら本発明は、画素が 1 次元に配列されたりニアセンサおよび画素が 2 次元に配列されたエリアセンサのいずれにも有効であるが、画素縮小にニーズの強いエリアセンサにおいては、トランジスタのタイプや数に制限が多く、回路的な対応がとれない分、より有効である。

【0 0 4 1】

【実施例】

以下、本発明の実施例について図面を用いて詳細に説明する。

(実施例 1)

図 3、図 4、図 5、図 6 を用いて本実施例を説明する。

【0 0 4 2】

図 3 は本実施例に用いた画素の等価回路図であり、本実施例はこの画素を 2 次元に配列してエリアセンサを作製した。以下図 3 に示す画素について説明する。

【0 0 4 3】

図 3 において、5 0 5 が光電変換部にあたる埋め込み型のホトダイオードである。埋め込み型のホトダイオードは、本実施例においては、p 型の W E L 中に n 型の蓄積層と n 層の上面に表面の暗電流を抑えるための濃い p 層とを設けた構造とした。このときの空乏化電圧は、1. 0 volt であった。

【0 0 4 4】

Q 3 が信号増幅手段にあたるソースフォロワアンプの入力 M O S トランジスタであり、Q 4 は読み出す行を選択するための選択スイッチである。ソースフォロワの定電流負荷は図示していないが、信号出力線 5 0 4 に接続されている。

【0 0 4 5】

Q 2 はソースフォロワの入力端子をリセットするためのリセットスイッチであり、信号増幅手段の入力部のリセット手段にあたる。Q 1 は、ホトダイオード 5 0 5 の光信号を信号増幅手段であるソースフォロワの入力部に転送するための転送スイッチであり、電荷転送手段にあたる。5 0 1 は電源線、5 0 2 はリセットスイッチ線、5 0 3 は選択スイッチ線、5 0 6 は転送スイッチ線である。

【0 0 4 6】

図 4 は、加算手段も含めた模式的な回路図であり、図 5 は、図 4 の加算手段を容量加算とし、リセットノイズの除去と出力アンプとして、差動アンプを用いた場合の回路図である。図 4 及び図 5 において、6 0 1 および 7 0 1 は、画素であり、図 3 に示す画素を簡略して表現したものである。

【0 0 4 7】

各画素の出力は、信号出力線 6 0 4, 7 0 4 に接続されている。信号出力線 6 0 4, 7 0 4 はそれぞれ出力信号保持手段 6 0 2、出力信号保持容量 7 0 2 に接続される。図 6 における出力信号を一旦保持するための出力信号保持手段 6 0 2 は、具体的には図 7 と同様に容量 7 0 2 を用いることができる。本実施例の場合は、1 回目の読み出しを図中 S 1 のスイッチを開閉し、容量に保持する。以降、2 回目、3 回目の信号をスイッチ S 2、S 3 を開閉し、夫々を保持する。

【0 0 4 8】

本実施例においては、ソースフォロワの入力端子をリセットする際に発生するリセットノイズを除去するために、リセット直後の出力信号と転送スイッチ Q 1

を開閉し、光信号をソースフォロワの入力端子に転送した直後の出力信号の 2 対を保持する。両出力信号を減算処理することによりリセットノイズが除去された信号を得ることができる。

【0049】

図 5 の回路においては、外部への出力は、両出力信号を減算するために差動アンプ 706 を用い、この 2 対の信号の差を出力する。結果として、リセットノイズが除去された、高品質な信号を得ることができる。具体的には、水平走査回路 705 を用い画素毎にスイッチ開閉し共通の水平出力線に容量分割で出力する。その際、1 回目から 3 回目までの出力信号を保持している容量と水平出力線との間のスイッチを同時に開くことで、夫々の信号が、水平出力線上で加算することができる。図 4 の回路は減算処理手段が不図示であるが、出力信号保持手段 602 に減算処理手段を含んでいる。減算処理されノイズが除去された信号が出力信号加算手段 603 で加算され、水平走査回路 605 により出力線に出力され、出力アンプ 606 を介して出力される。

【0050】

図 6 は、画素への駆動タイミングを示すタイミングチャートである。

【0051】

リセットスイッチ Q2 を ON から OFF にしソースフォロワの入力部をリセットした後にフローティング状態にする。このリセット動作により発生したリセットノイズをスイッチ S1 の一方を開閉してノイズ信号を保持するための容量に転送する。図中の読み出し - S1 (N) のパルスはスイッチ S1 の一方を開閉する信号である。次に、転送スイッチ Q1 を開閉し、ホットダイオード 505 から光信号をソースフォロワの入力部に転送し、光信号成分を入力部に残留するリセットノイズに重畳させる。この信号をもう一つの容量にスイッチ S1 の他方を開閉することにより保持する。図中の読み出し - S1 (S) のパルスはスイッチ S1 の他方を開閉する信号である。その後、再びリセットスイッチ Q2 を開閉し、ソースフォロワの入力部をリセットしフローティング状態にする。先ほどと同様、今度は 2 回目の読み出し信号を得るために、S2 (N)、S2 (S) のパルスで夫々の 2 つのスイッチからなるスイッチ S2 を開閉し、出力信号を夫々の容量に保

持する。3回目の読み出し信号を得るために、同様にS3(N)、S3(S)のパルスで夫々の2つのスイッチからなるスイッチS3を開閉し出力信号を夫々の容量に保持する。本実施例においては、3回目の読み出しにより、埋め込みホトダイオード内の電荷が殆どなくなる状態であった。

【0052】

従来は、ソースフォロワの出力信号振幅を2.5volt確保するために、電源電圧=5.0volt、リセット電圧=3.5volt、で駆動せざるを得なかった。一方、本実施例では、電源電圧=3.3volt、リセット電圧=1.8voltに下げたにも関わらず、従来と同等の良好な光信号を得ることができた。

【0053】

また、前述の性能を達成するために、従来は、電源電圧が5.0voltを必要とし、0.8 μ mルールของMOSトランジスタプロセスを使用せざるを得なかったのに対し、本実施例では、電源電圧を3.3voltにすることができ、0.35 μ mルールของMOSトランジスタを用いることができた。その結果、画素の縮小化を進めることができた。

(実施例2)

図7は、本実施例に用いた画素の等価回路図である。

【0054】

実施例1においては、1画素に一つソースフォロワを配置したものであり、読み出すたびに時系列的にソースフォロワの入力部をリセットしていた。

【0055】

本実施例においては、1画素に2つのソースフォロワQ3およびQ3'を配置した。本実施例では、ソースフォロワQ3およびQ3'の入力部を同時にリセットしたのち、選択スイッチQ4とスイッチS1のノイズ用のスイッチおよび選択スイッチQ4'とスイッチS2のノイズ用のスイッチを順次開閉し、リセットノイズ信号をそれぞれスイッチS1、S2に接続されるノイズ用の容量に保持した。続いて転送スイッチQ2、Q2'を順次または同時に開閉し、ソースフォロワQ3およびQ3'の入力部に電荷を転送し、光信号情報を含んだ信号出力をそれぞれスイッチS1、S2に接続される信号用の容量に信号を保持し、実施例1と

同様、図 5 に示す回路を用い信号を加算した。

【 0 0 5 6 】

また、信号出力線 9 0 4 と平行に第 2 の信号出力線を配置し、ソースフォロア Q 3 ' の出力を信号出力線 9 0 4 ではなく第 2 の信号出力線に接続することで、ノイズ信号および光信号を含んだ信号出力の読み出しを並列に行うこともできる。

【 0 0 5 7 】

本実施例により、実施例 1 と同様に低電圧でかつ広いダイナミックレンジの光信号を得ると同時に、画素サイズは大きくなるものの実施例 1 に比べ読み出しのための時間を短縮することができた。

(実施例 3)

実施例 1 においては、水平走査回路により、1 回目から 3 回目までの信号が保持されている容量を同時に共通の水平出力線に読み出したのに対し、本実施例では、夫々の信号を順次読み出しを行い、夫々をデジタル変換した後にデジタル処理により信号の加算を行った。なお、本実施例において実施例 1 に示す画素構造および読み出し回路 (図 5) を用いた。

【 0 0 5 8 】

この結果、図 8 に示すように、信号の加算をプログラマブルに設定でき、光量の範囲に応じ感度を変えることができた。また、2 回目読み出し信号のみを用いることで、デジタル演算することなしに、ある光量以上の信号を簡単に抽出することが可能となった。

【 0 0 5 9 】

また、センサ部の電源を 3. 3 volt にすることができるため、単一の電源でアナログ-デジタル変換器を用いることができた。さらには、センサとアナログ-デジタル変換器を同一のチップ上に作製することができた。

(実施例 4)

本実施例は、実施例 1 と同様な画素および図 4 に示す読み出し回路を用いた。

【 0 0 6 0 】

特に、出力信号加算手段 6 0 3 として図 9 に示す回路を用いた。

【 0 0 6 1 】

図 9 に示すクランプ方式による加算回路を用いることで、共通の水平出力線に出力する前に加算した。その結果、実施例 1 と同様に電源電圧が 3. 3 volt においても、広いダイナミックレンジのセンサ出力を得ることができた。

【 0 0 6 2 】

本実施例および実施例 1 に示す通り、加算手段は任意であり、本発明は固有の加算方式に限定されるものではない。

(実施例 5)

実施例 1 と同様な等価回路において、感度を向上させるためにソースフォロワの入力部にたる電荷電圧変換部の容量 CFD を小さくした。

【 0 0 6 3 】

従来、 $CFD = 7 \text{ f F}$ 程度であり、1 電子あたりの電荷変換係数は、 $23 \mu\text{V} / \text{電子}$ であった。

【 0 0 6 4 】

本実施例では、 $CFD = 4 \text{ f F}$ 程度に設計し、電荷変換係数を $40 \mu\text{V} / \text{電子}$ とした。従来技術では、感度を上げるために、容量値を小さくしてしまうとその分ダイナミックレンジは小さくなってしまっていた。具体的には取り扱い電荷が 57% に減少してしまい、感度の向上とダイナミックレンジの拡大は両立することが困難であった。

【 0 0 6 5 】

本実施例では、電源電圧 = 5. 0 volt とし、2 回の読み出しにより、ホトダイオード内の最大電荷を読み出すことが可能であり、この 2 回の読み出しを実施例 1 と同様に共通の水平出力線上で加算した。この結果、ダイナミックレンジを確保しつつ、感度を約 2 倍に向上させることができた。

【 0 0 6 6 】

図 1 2 に上記撮像装置を用いたシステム概略図を示す。同図に示すように、光学系 7 1 を通って入射した画像光はセンサー 7 2 上に結像する。センサー 7 2 によって光情報は電気信号へと変換される。その電気信号は信号処理回路 7 3 によってホワイトバランス補正、ガンマ補正、輝度信号形成、色信号形成、輪郭補正

処理等予め決められた方法によって信号変換処理され、出力される。信号処理された信号は、記録系、通信系 7 4 により情報記録装置により記録、あるいは情報転送される。記録、あるいは転送された信号は再生系 7 7 により再生される。センサー 7 2、信号処理回路 7 3 はタイミング制御回路 7 5 により制御され、光学系 7 1、タイミング制御回路 7 5、記録系・通信系 7 4、再生系 7 7 はシステムコントロール回路 7 6 により制御される。タイミング制御回路 7 5 により独立読出し、加算・間引き読出しを選択することができる。

(実施例 6)

図 1 3 に示す本実施例は、実施例 1 に対し、回路構成は 3 つのホトダイオード部と転送スイッチに対し、一つの増幅手段であるソースフォロワアンプからなるものである。

【0 0 6 7】

本実施例の特徴は、各ホトダイオード部の信号をそれぞれの転送スイッチを開閉することで選択的に読み出せる一方、3 つの転送スイッチを同時に開閉することでソースフォロワの入力端子上で 3 つホトダイオードの信号を加算できるところにある。3 つのホトダイオードを加算した場合は、1 つのホトダイオードの場合と比較して信号量が増加する。従来では、加算しても、ソースフォロワの入力端子上での信号振幅で制限されてしまっていたが、本発明を適用することで、加算したすべての信号を読み出すことができた。具体的には、一つのホトダイオードのみの信号では、2 回読み出しを行ったのに対し、3 つのホトダイオードの加算をした場合には、6 回の読み出しですべての信号を読み出すことができた。

【0 0 6 8】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、以下のような効果を得ることができる。

(1) 電源電圧を下げて広いダイナミックレンジのセンサ信号を得ることができた。

(2) 上記 (1) の効果により、より微細な MOS トランジスタを使用することができ、画素の縮小化が可能となった。

(3) 微細なMOSトランジスタの使用が可能になったため、単一の電源で、高性能なデジタルICとの使用が可能となった。

(4) 微細なMOSトランジスタの使用が可能になったため、単一の電源で、高性能なデジタルICとの1チップ化が可能となった。

(5) ダイナミックレンジを劣化させることなく、感度向上が可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係わる固体撮像装置の画素部構成を表す、ホトダイオード、転送SW、リセットSWの断面図及びポテンシャル図である。

【図2】

本発明による、画素部の駆動タイミング図である。

【図3】

本発明に用いられる画素部の代表的な等価回路図である。

【図4】

本発明に用いられる読み出しおよび加算回路の模式的な回路図である。

【図5】

実施例1を説明するための、読み出しおよび加算回路図である。

【図6】

実施例1を説明するための、駆動タイミング図である。

【図7】

実施例2を説明するための、画素部の等価回路図である。

【図8】

実施例3で得られた光電変換特性を示す図である。

【図9】

実施例4に用いた、加算回路図である。

【図10】

従来技術によるホトダイオードおよび転送SWのポテンシャル図である。

【図11】

従来技術の問題点を説明するグラフである。

【図 1 2】

本発明によるシステムを示す概略図である。

【図 1 3】

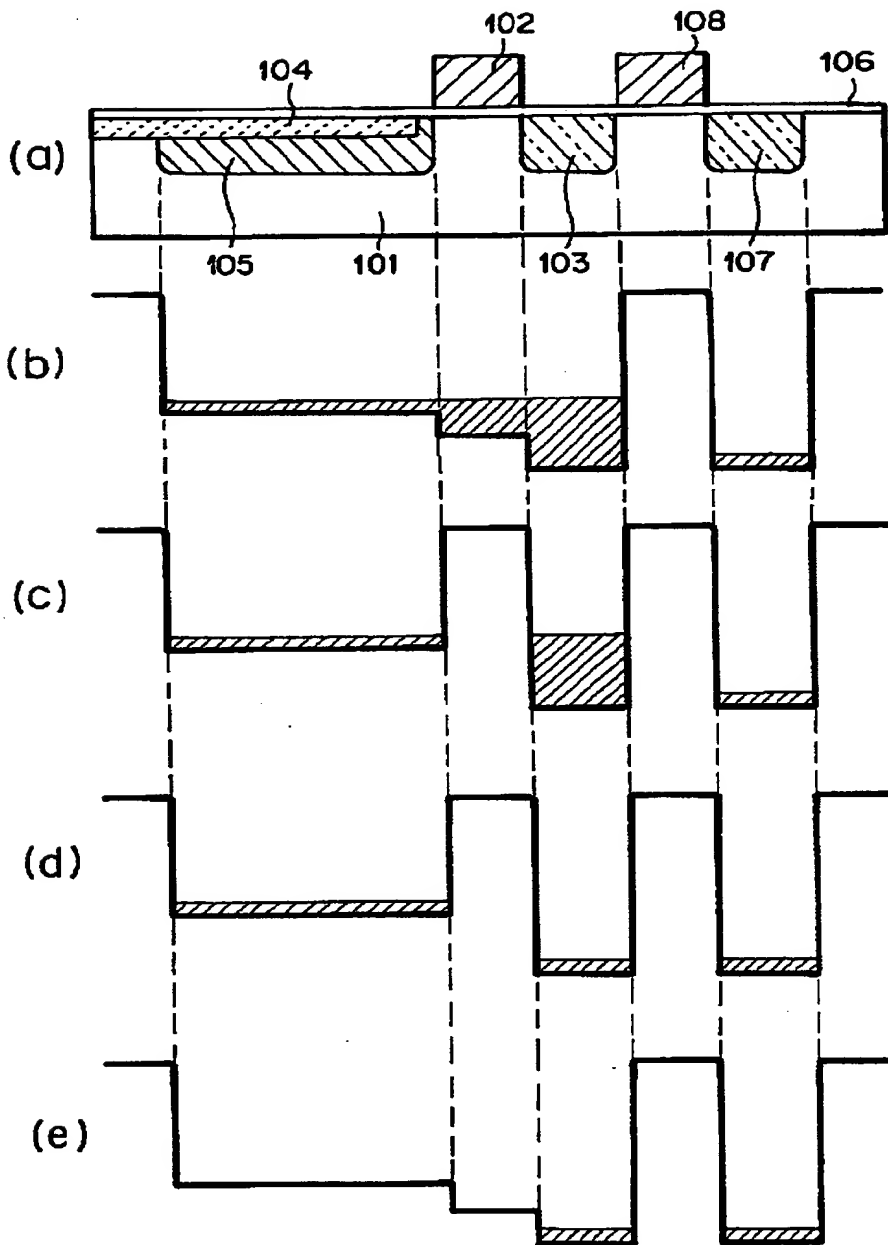
実施例 1 に対し、回路構成は 3 つのホットダイオード部と転送スイッチに対し、一つの増幅手段であるソースフォロアアンプからなる画素部の等価回路図である。

【符号の説明】

- 1 0 1 PWL (P ウエル)
- 1 0 2 転送スイッチのゲート
- 1 0 3 浮遊拡散領域
- 1 0 4 ホットダイオードの表面 p 領域
- 1 0 5 ホットダイオードの n 領域
- 1 0 6 酸化膜
- 1 0 7 リセット領域
- 1 0 8 リセットスイッチのゲート
- 5 0 1 電源線
- 5 0 2 リセットスイッチ線
- 5 0 3 選択スイッチ線
- 5 0 4 信号出力線
- 5 0 5 埋め込み型のホットダイオード
- 5 0 6 転送スイッチ線
- Q 1 転送スイッチ
- Q 2 リセットスイッチ
- Q 3 入力 MOS トランジスタ (信号増幅手段)
- Q 4 選択スイッチ

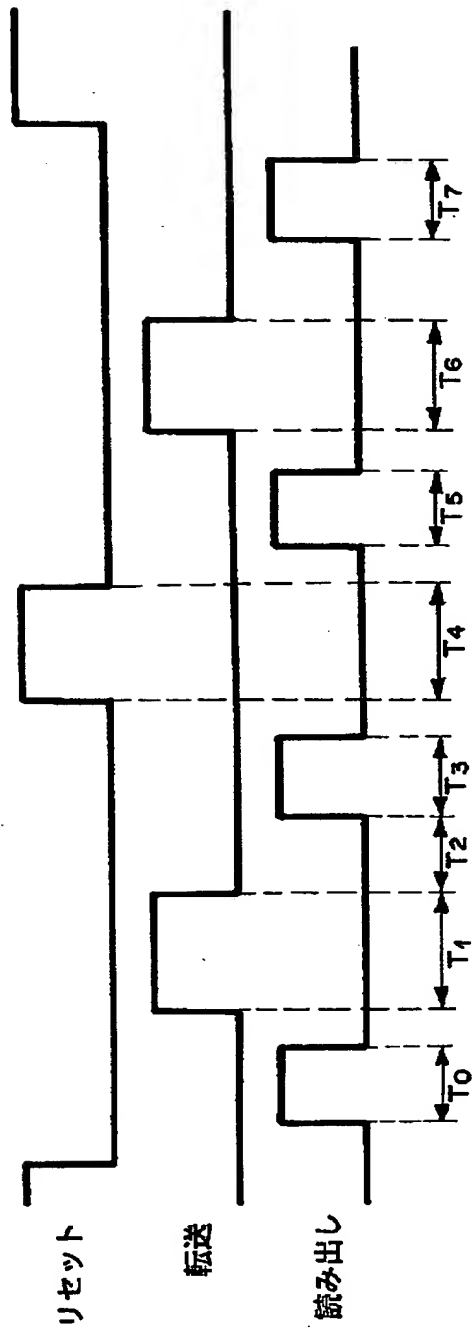
【書類名】 図面

【図 1】

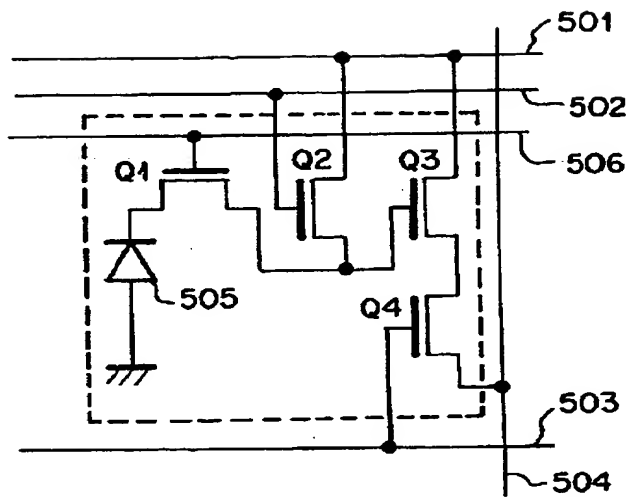


101 : PWL	105 : ホトダイオード n 領域
102 : 転送ゲート	106 : 酸化膜
103 : 浮遊拡散領域	107 : リセット領域
104 : ホトダイオードの表面 p 領域	108 : リセットゲート

【図 2】

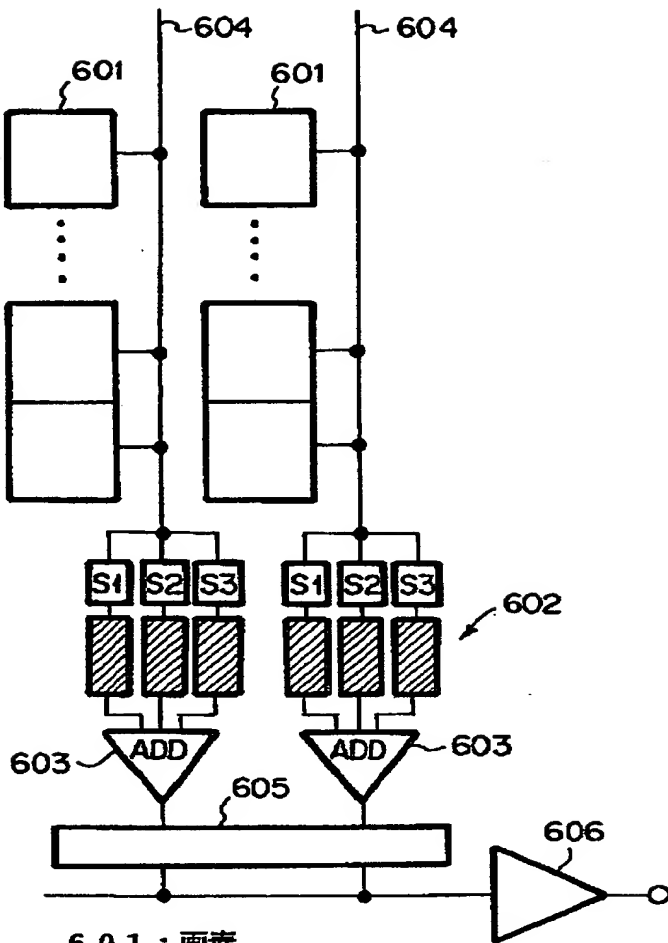


【図 3】



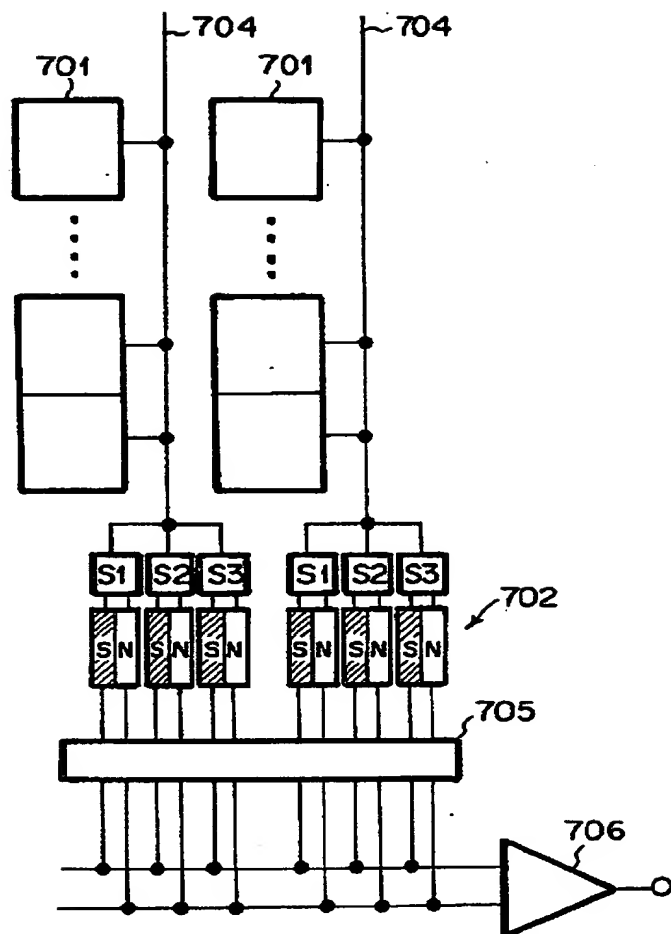
- 5 0 1 : 電源
- 5 0 2 : リセットスイッチ線
- 5 0 3 : 選択スイッチ線
- 5 0 4 : 信号出力線
- 5 0 5 : ホトダイオード
- 5 0 6 : 転送スイッチ線

【図 4】



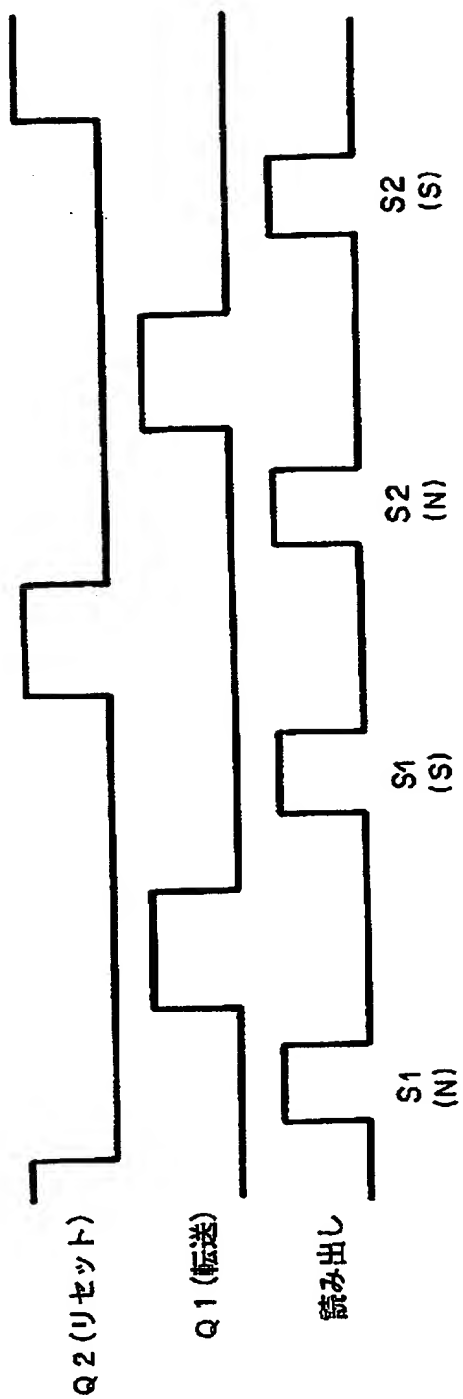
- 6 0 1 : 画素
- 6 0 2 : 出力信号保持手段
- 6 0 3 : 出力信号加算手段
- 6 0 4 : 信号出力線
- 6 0 5 : 水平走査回路
- 6 0 6 : 出力アンプ

【図 5】

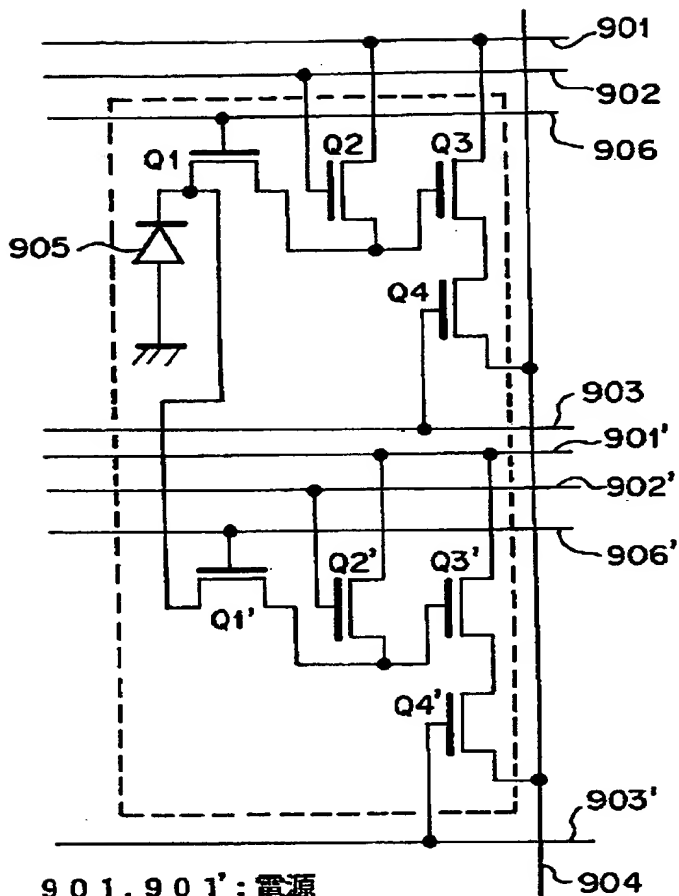


- 701 : 画素
 702 : 出力信号保持容量
 704 : 信号出力線
 705 : 水平走査回路
 706 : 差動出力アンプ

【図 6】

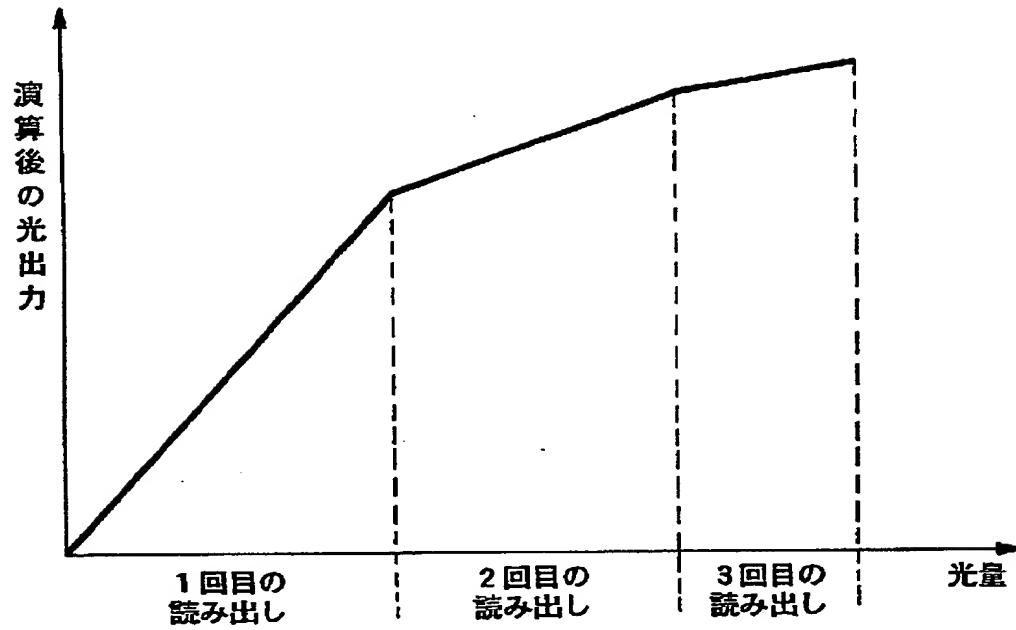


【図 7】

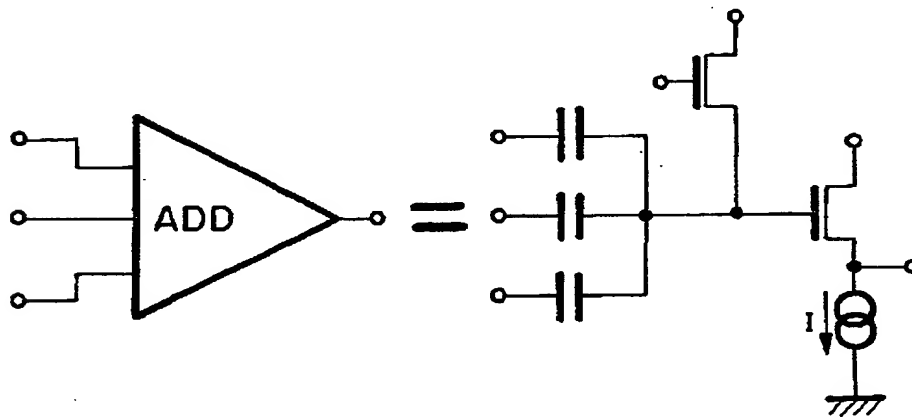


- 901, 901': 電源
 902, 902': リセットスイッチ線
 903, 903': 選択スイッチ線
 904: 信号出力線
 905: ホットダイオード
 906, 906': 転送スイッチ線

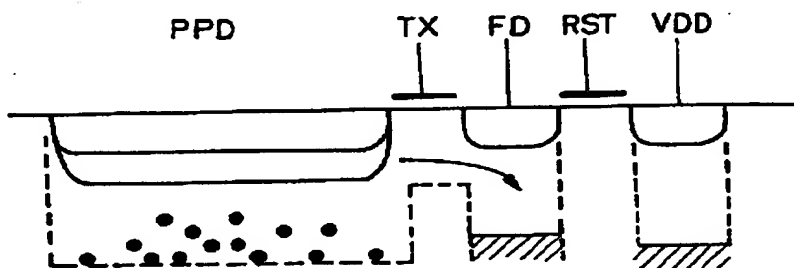
【図 8】



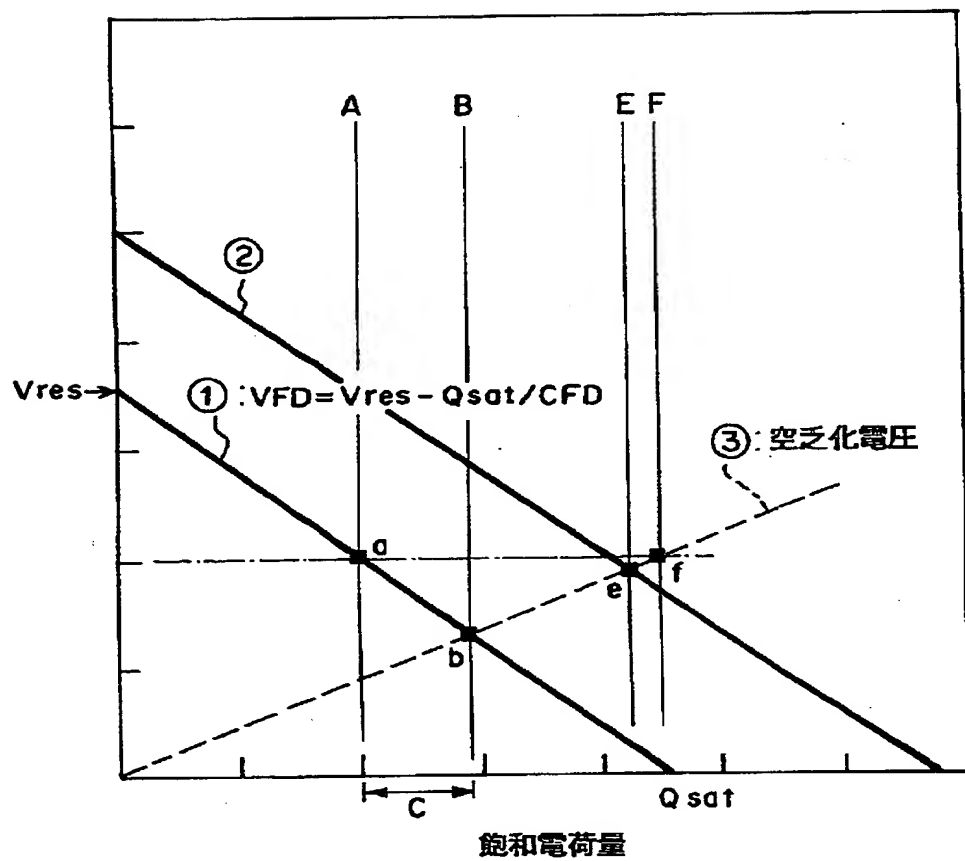
【図 9】



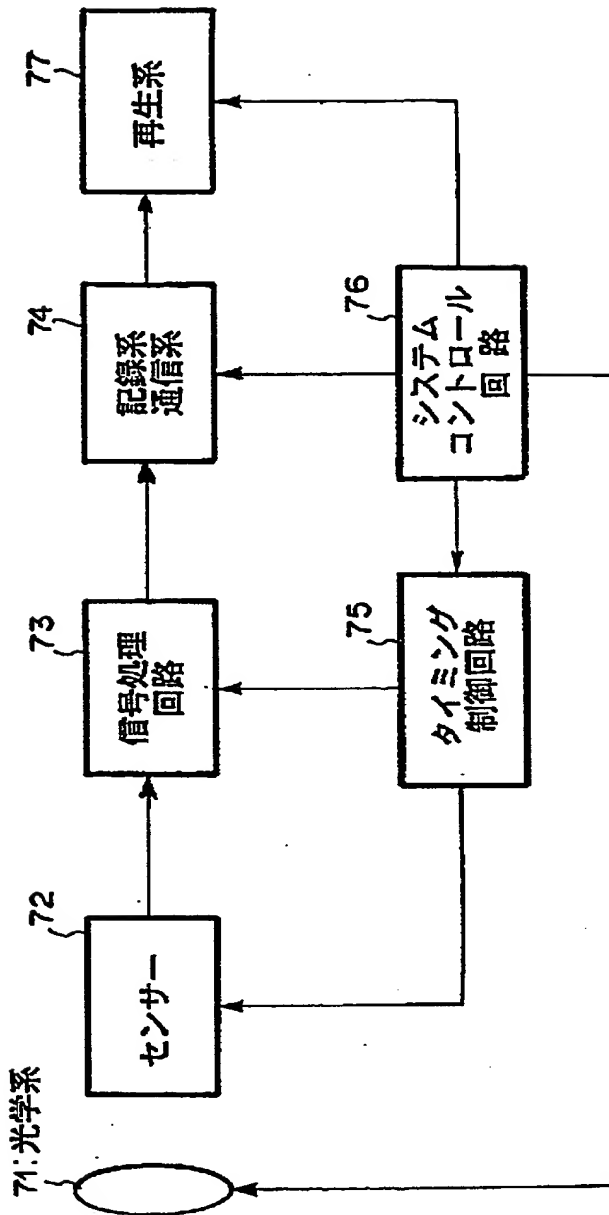
【図 1 0】



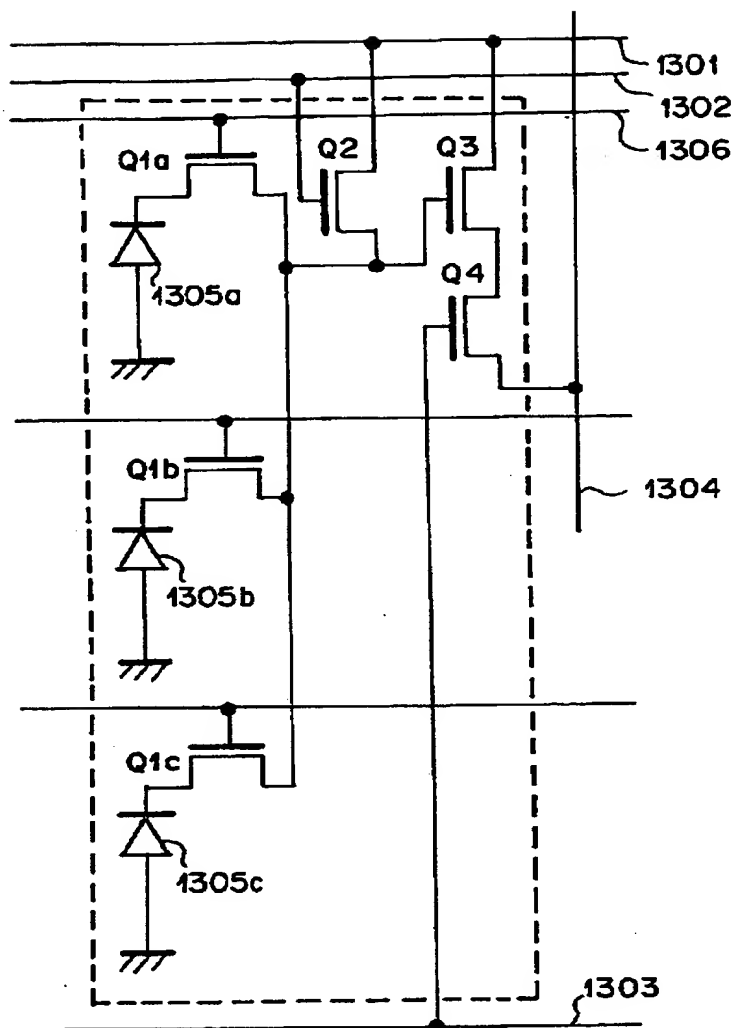
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



- 1 3 0 1 : 電源
- 1 3 0 2 : リセットスイッチ線
- 1 3 0 3 : 選択スイッチ線
- 1 3 0 4 : 信号出力線
- 1305a, 1305b, 1305c : ホットダイオード
- 1 3 0 6 : 転送スイッチ線

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光電変換部に残留する光電荷を読み出す、広いダイナミックレンジの光信号を得る。

【解決手段】 光電変換部505と、光電変換部からの電荷を電圧信号に変換する電荷電圧変換部と、電圧信号を信号増幅する信号増幅手段Q3と、光電変換部から電荷電圧変換部に光電荷を転送する電荷転送手段Q1と、電荷電圧変換部に任意の電圧を入力する手段Q2と、を有する固体撮像装置において、光電変換部505に光信号を蓄積する蓄積期間中に蓄積された光電荷を信号増幅手段Q3を介して読み出す読み出し動作を少なくとも2回以上行う。

【選択図】 図3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名 キヤノン株式会社